

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-054633

(43)Date of publication of application : 08.03.1991

(51)Int.Cl.

G06F 9/44

(21)Application number : 01-190223

(71)Applicant : C S K SOGO KENKYUSHO:KK  
SHIN CATERPILLAR MITSUBISHI  
LTD

(22)Date of filing : 21.07.1989

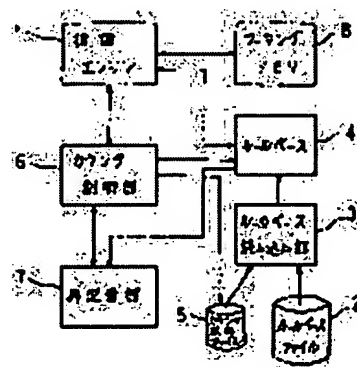
(72)Inventor : KURATA HIROAKI  
MOTOSAWA SHOZO  
HAGINO HISAKO  
GOMI MASARU  
TOZAWA SHOJI  
FUJII SATOSHI  
TANAKA SABURO  
SAMEJIMA MAKOTO

**(54) EXPERT SYSTEM**

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To quickly retrieve a goal rule including a hypothesis with high establishment possibility by rearranging the goal rule, etc., in a rule base corresponding to the count value of a counter or a group counter.

**CONSTITUTION:** An inference engine 1 selects the goal rule having a set hypothesis at its conclusion part from the rule base 4, and performs backward inference sequentially, and when the hypothesis is established, a counter control part 6 increments the content of the counter corresponding to the goal rule that is a start point. A re-arranging means 7 checks the count value of the counter or the counter group corresponding to the goal rule, etc., and performs the re-arrangement of the



position of the goal rule easy to be established at a position targeted to be retrieved first preceding the goal rule hard to be established. In such a way, it is possible to store the goal rule including the hypothesis easy to be established at the position targeted to be retrieved first in the rule base, and a correct conclusion can be obtained in a short time.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## ⑫ 公開特許公報(A) 平3-54633

⑤ Int.Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)3月8日

G 06 F 9/44

3 3 0 K

8724-5B

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全7頁)

⑭ 発明の名称 エキスパートシステム

⑯ 特 願 平1-190223

⑰ 出 願 平1(1989)7月21日

⑱ 発 明 者 倉 田 浩 明 東京都豊島区東池袋3丁目22番17号 株式会社シー・エス・ケイ総合研究所内

⑲ 発 明 者 本 澤 昌 三 東京都豊島区東池袋3丁目22番17号 株式会社シー・エス・ケイ総合研究所内

⑳ 出 願 人 株式会社シー・エス・ケイ総合研究所 東京都豊島区東池袋3丁目22番17号

㉑ 出 願 人 新キヤタピラー三菱株式会社 東京都港区北青山1丁目2番3号

㉒ 代 理 人 弁理士 田澤 博昭 外2名  
最終頁に続く

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

エキスパートシステム

## 2. 特許請求の範囲

(1) ルールを格納したルールベースと、前記ルールのうち推論の結論となりうる仮説を結論部として有するゴールルールを出発点として前記ルールベース中のルールを使用して推論を進め、前記仮説が成立するか否かを検証する推論エンジンとを備えたエキスパートシステムにおいて、前記ゴールルールに対応したカウンタと、前記仮説が成立した場合にこの仮説を含むゴールルールに対応した前記カウンタの内容を増加させるカウンタ制御部と、前記カウンタの計数値に応じて前記ゴールルールの前記ルールベースにおける位置を再配置する再配置手段とを備えたことを特徴とするエキスパートシステム。

(2) 請求項(1)において、前記カウンタに加えて、または前記カウンタに代えて、複数の前記ゴールルールを集合させたグループに対応させたグルー

ブカウンタを設け、前記カウンタ制御部は前記グループカウンタを増加させるグループカウンタ制御手段を有し、かつ、前記再配置手段は前記グループを再配置するグループ再配置手段を有することを特徴とするエキスパートシステム。

(3) 請求項(1)または請求項(2)において、前記再配置手段は、特定の前記ゴールルールもしくは前記グループまたは前記ゴールルールと前記グループとを再配置の対象からはずす制御手段を有することを特徴とするエキスパートシステム。

(4) 請求項(1)、(2)または(3)記載のエキスパートシステムにおいて、前記カウンタまたは前記グループカウンタの値を入力して、それらの値の累計値を出力するレポート生成部を備えたことを特徴とするエキスパートシステム。

## 3. 発明の詳細な説明

## 【産業上の利用分野】

この発明は、各種産業分野における各種支援システム、例えば故障診断システム等に利用されるエキスパートシステムであって、特に、後向き推

論によって推論を進めるエキスパートシステムに関するものである。

#### 【従来の技術】

第7図は一般的なエキスパートシステムにおける後向き推論の動作を説明するための説明図である。図において、ノードA, B, X~Z, L~Qはそれぞれ事象を示し、枝は各事象の結合関係を示している。そして、ルールベースには、例えば「IF X THEN A」, 「IF L OR M OR O THEN X」, 「IF O AND P THEN Y」のようなルールが格納されている。ここで、事象A, Bは仮説となりうる事象であって、事象A, Bを結論部(各ルールのTHEN部の記述)とするルール21, 22はゴールルールである。

次に動作について説明する。まず、仮説として事象Aが設定されると、推論エンジンはルール21の前提部(各ルールのIF部の記述)を結論部として有するルールをルールベースから選択する。次に、選択されたルールの結論部を前提部として有する新たなルールをルールベースから選択する。

てもゴールルールのルールベースにおける存在位置が相違すれば、正しい結論が得られるまでに要する時間が相違する。従って、通常はルールベースの先頭に近いゴールルールから推論を開始するので、成立する仮説を含むゴールルールがルールベースの後の方に存在すると、正しい結論を得るまでに長時間を要するという課題があった。また、成立する可能性が高いと判断されたゴールルールをルールベースの先頭の方に格納しても、推論対象の環境変化等により、成立の可能性が変化して、後の方に位置するゴールルールが成立しやすくなることもあり、ゴールルールの最適な配置は難しいという課題があった。

この発明は上記のような課題を解消するためになされたもので、成立しやすい仮説を含むゴールルールを、ルールベースにおいてより早く探索対象となる位置に格納することができ、短時間で正しい結論を得ることができるエキスパートシステムを得ることを目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

順次、この処理を繰り返すと、他のルールとは結合関係がない事象に到達する。第7図に示した例では、事象L, M, Oに到達する。そして、事象L, M, Oのいずれか1つが、事実としてあらかじめワーキングメモリに登録されていれば、仮説は成立した、つまり事象Aは正しい結論であったとする。ここで、事象L, M, Oに到達した時点で、ユーザにそれらが事実か否か問合わせるシステムもある。

事象Aが成立しなかった場合には、事象Bを仮説としてルール22を出発点として推論をやり直す。

なお、このようなエキスパートシステムは、推論エンジンをプログラムとし、ルールベースを記憶部に有し、またワーキングメモリとして記憶部を使用するパーソナルコンピュータ等の計算機システム上で構築されている。

#### 【発明が解決しようとする課題】

従来のエキスパートシステムは以上のように構成されているので、同一の推論を行う場合であっ

請求項(1)記載の発明に係るエキスパートシステムは、ゴールルールに対応したカウンタを設け、推論を実行して成立した仮説があった場合に、カウンタ制御部がその仮説を含むゴールルールに対応したカウンタの内容を増加させ、再配置手段がカウンタの計数値をチェックして、計数値に応じてゴールルールのルールベースにおける位置を再配置するようにしたものである。

請求項(2)記載の発明に係るエキスパートシステムは、上記カウンタに加えて、またはカウンタに代えて複数のゴールルールを集合させたグループに対応したグループカウンタを有し、カウンタ制御部に設けたグループカウンタ制御手段によって、成立した仮説を含むゴールルールを有するグループに対応したグループカウンタを増加させ、再配置手段に設けたグループ再配置手段によって、グループカウンタの計数値に応じてグループのルールベースにおける位置を再配置するようにしたものである。

請求項(3)記載の発明に係るエキスパートシステ

ムは、ゴールルールもしくは複数のゴールルールを集合させたグループまたは双方（以下、ゴールルール等という。）のうち特定のものを再配置の対象外とする制御手段を再配置手段に設けたものである。

請求項(4)記載の発明に係るエキスパートシステムは、さらに、レポート生成部を有し、カウンタまたはグループカウンタの値から、それらの累計値を求め、この累計値を出力するようにしたものである。

#### 【作用】

この発明における再配置手段は、ゴールルール等に対応したカウンタまたはグループカウンタの計数値をチェックして、チェックの結果、より成立しやすいゴールルール等が、ルールベースにおいて成立しにくいゴールルール等より後に探索対象になる位置に存在すると判断した場合には、成立しやすいゴールルール等の位置を、成立しにくいゴールルール等より先に探索対象となる位置に配置換えを行う。

次に、推論が開始されると、推論エンジン1は、従来の場合と同様に、設定された仮説を結論部に有するゴールルールをルールベース4から選択し、順次、後向き推論を行い、仮説が成立するか否か決定する。成立しない場合は、別のゴールルールをルールベース4から選択して同様の処理を行う。仮説が成立した場合には、カウンタ制御部6は出発点となったゴールルールに対応するカウンタの内容をインクリメントする。同時に、カウンタ保存ファイル5の対応する計数値をインクリメントする。そして、再配置部7は、カウンタの係数値をあらかじめ設定したしきい値と比較して、しきい値に達していたら、対応するゴールルールをルールベース4内で探索順の先頭の位置に移動させる。すると、カウンタ制御部6は、そのゴールルールに対応したカウンタの計数値をクリアするとともに、カウンタ保存ファイル5の対応する計数値もクリアする。

第2図は、ルールベース4におけるゴールルールR1～R4の再配置の一例を示す説明図である。

#### 【実施例】

以下、この発明の一実施例を図について説明する。

第1図において、1は推論を実行する推論エンジン、2はルールベースを格納したルールベースファイル、3はルールベースファイル2の中のルールをルールベース4へ転送するルールベース読み込み部、5はゴールルールに対応した計数値を格納したカウンタ保存ファイル、6はカウンタの内容を増加する制御を行うカウンタ制御部、7はゴールルールの再配置を行う再配置部（再配置手段）である。なお、ルールベース読み込み部3、カウンタ制御部6および再配置部7はパーソナルコンピュータのプログラムとして実現可能である。

次に動作について説明する。まず、ルールベース読み込み部3は、ルールベースファイル2の内容をルールベース4にロードする。そしてカウンタ保存ファイル5の計数値をルールベース4のゴールルールに対応したエリアにロードする。つまり、カウンタはルールベース4中に設定される。

図において、推論エンジン1は左から右へゴールルールR1～R4を探索する。また、しきい値は2であるとする。ここで、ゴールルールR3の結論部が正しい結論であった場合には、カウンタC3の計数値が1から2に変化する。カウンタC3の計数値はしきい値に達したので、ゴールルールR3は最も左に再配置され、それとともに、他のゴールルールR1、R2、R4は右にシフトされる。その後、カウンタC3はクリアされる。なお、しきい値は1種類ではなく、各カウンタC1～C4ごとに設定してもよい。

第3図は、ルールベース4におけるゴールルールR1～R4の再配置の他の例を示す説明図である。この場合は、しきい値によって再配置が行われるのではなく、各ゴールルールR1～R4はカウンタC1～C4の値順に配置される。第3図に示した例では、ゴールルールR3の結論部が正しい結論であった場合には、カウンタC3の計数値は2になるが、カウンタC2の計数値を越えたので、ゴールルールR2、R3の再配置が行われる。

この場合、カウンタC3はクリアされず、計数値はこのままとする。

また各ゴールルールR1～R4はいくつかのグループにまとめることができる。第4図は、ゴールルールR1、R2とゴールルールR3、R4とをそれぞれグループG1、G2とした場合の例を示す説明図である。ゴールルールR4の結論部が正しい結論であった場合には、カウンタC4がインクリメントされるとともに、カウンタ制御部6に追加したグループカウンタプログラムによって、グループカウンタC2もインクリメントされる。そして、グループ再配置に関するしきい値が2であったとすると、この場合は再配置の対象となり、再配置部7に追加したグループ再配置プログラムによって第4図下段のように再配置される。また、この場合には、グループG2内でも再配置が行われ、カウンタC2、C4はクリアされる。例えば、エンジンの故障診断を想定して、グループG1は排気関係のゴールルール、グループG2はシリンダ関係のゴールルールの集合であるとする。

のである。例えば、過去に成立した回数は少ないが重要であったり、検証が簡単であったりするために、推論の最初の段階で確かめておきたい場合に、このようにして、再配置の例外とすることもできる。この場合には、再配置部7は特定のゴールルールを対象外とする制御プログラム(制御手段)を含んでいる。各ゴールルールR1～R6が、第5図上段のように配置されている場合には、ゴールルールR1→……→ゴールルールR6の順に選択して推論を進めていく。そして、ゴールルールR4の結論部が正しい結論であった場合には、カウンタC4(第5図では示していない。)の内容がインクリメントされる。ここで、カウンタC4の値がしきい値に達した場合には、第5図中段に示すように再配置される。そして、この状態で推論を実行した結果、ゴールルールR5の結論部が正しい結論であったとすると、カウンタC5およびグループカウンタC1(ともに第5図には示していない。)の内容がインクリメントされる。ここで、グループカウンタC1の値がしきい値

もしグルーピングされていないならば、再配置によって、R4→R1→R2→R3の順になってしまう。これは、シリンダ関係→排気関係→排気関係→シリンダ関係の順に推論を実行することになる。このような場合には、ゴールルールR4から出発した推論によってシリンダ関係のいくつかの情報が得られたにもかかわらず、続いて排気関係の推論を実行することになり、かえって効率の低下を招くことになる。しかし、グルーピングを行うことにより、このような事態を回避することができる。なお、グループG1、G2内のゴールルール相互間で仮説成立の可能性に差がない場合には、カウンタC1～C4を削除してもよい。

さらに、単体のゴールルールR1～R4とグループG1、G2とを混在させて、再配置の対象とすることもできる。第5図は、ゴールルールR2、R3、R4とグループG1とを再配置の対象とした例を示す説明図である。図において、グループG1はゴールルールR5、R6の集合である。また、ゴールルールR1は常に先頭に配置されるも

に達した場合には、第5図下段に示すように再配置される。

第6図は、第1図に示した構成に加えて、レポート生成部9、ディスプレイ10およびプリンタ(PRT)11を設けたものを示したものである。第6図に示した構成におけるトラブルレポート出力動作について説明する。レポート生成部9は、例えば、ユーザがキーボード(図示せず)に入力したレポート出力指示を受けると、カウンタ保存ファイル5に格納されているカウンタもしくはグループカウンタの計数値または双方の計数値に対応した値を入力し、適当なフォーマットでディスプレイ10およびPRT11またはどちらか一方に出力する。ここで、カウンタ、グループカウンタが、しきい値に達したらクリアされる使い方をされている場合には、カウンタ保存ファイル5にカウンタ、グループカウンタに対応したものととは別にそれぞれ累積用のカウンタ、グループカウンタを設けることにしてもよい。

なお、上記各実施例では故障診断システムの場合

合について説明したが、本発明はこのシステムに限定されず、その他各種産業分野における各種の支援システム等に適用できることはいうまでもない。

#### 【発明の効果】

以上のように、この発明によればエキスパートシステムをゴールルール等に対応したカウンタまたはグループカウンタの内容を仮説が成立するとインクリメントして、カウンタまたはグループカウンタの計数値に応じてゴールルール等をルールベース内で再配置するように構成したので、成立する可能性が高い仮説を含むゴールルールをより早く探索することができ、しかも、推論対象の環境変化によって成立の可能性が変化しても、その変化に柔軟に対応でき、効率がよいものが得られる効果がある。また、特定のゴールルール等を再配置の対象からはずすことにより、システムの効率をさらに高めたものが得られる効果がある。

さらに、レポート生成部を設ければ、故障診断等を行う際に、ゴールルールの成立回数を利用し

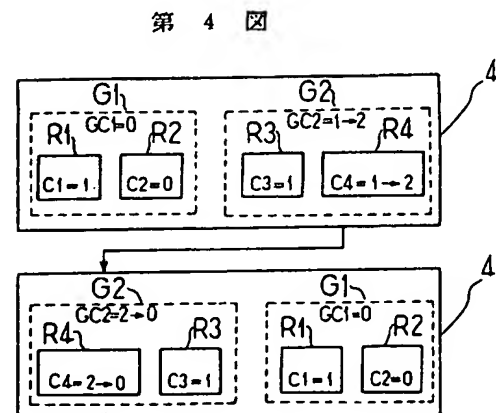
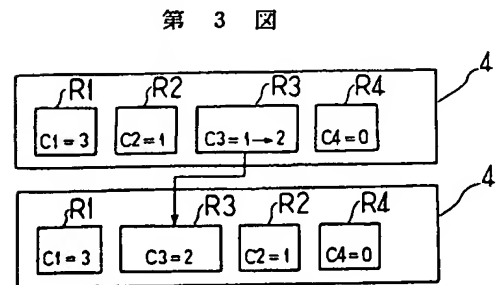
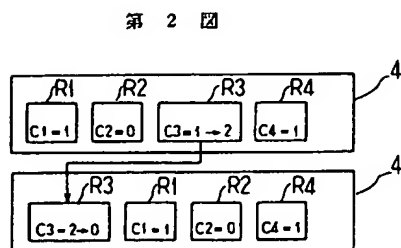
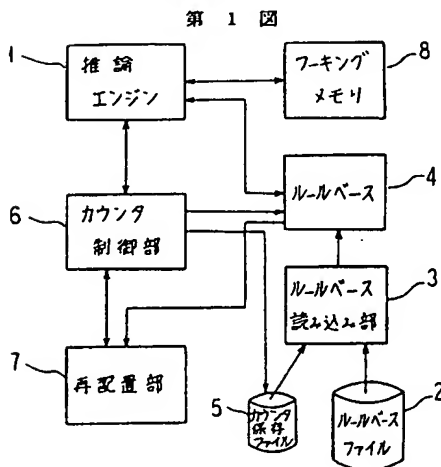
て、ユーザに故障統計解析のためのトラブルレポートを提供できるものが得られる効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

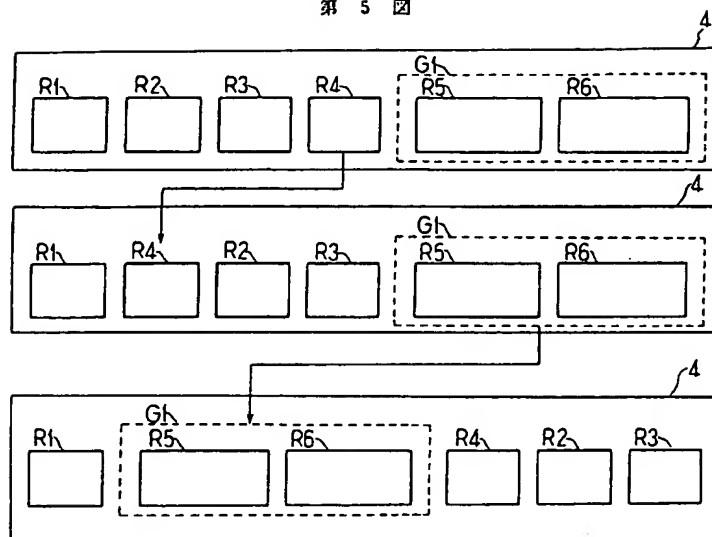
第1図はこの発明の一実施例によるエキスパートシステムの構成を示すブロック図、第2図～第5図は再配置動作を説明するための説明図、第6図はこの発明の他の実施例によるエキスパートシステムの構成を示すブロック図、第7図は従来のエキスパートシステムの動作を説明するための説明図である。

1は推論エンジン、4はカウンタ、グループカウンタを含むルールベース、6はカウンタ制御部、7は再配置部（再配置手段）、9はレポート生成部。

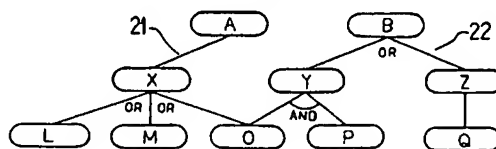
なお、図中、同一符号は同一、または相当部分を示す。



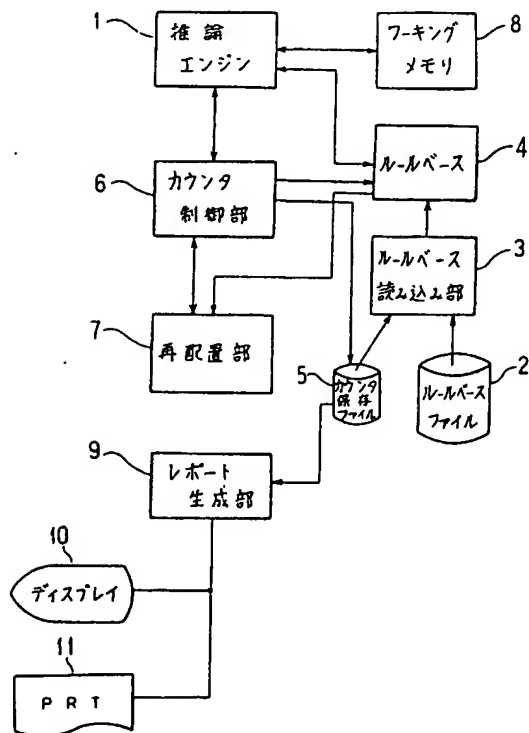
第 5 図



第 7 図



第 6 図



## 第1頁の続き

- ⑫発明者 萩野 久子 東京都豊島区東池袋3丁目22番17号 株式会社シー・エス・ケイ総合研究所内
- ⑬発明者 五味 勝 東京都豊島区東池袋3丁目22番17号 株式会社シー・エス・ケイ総合研究所内
- ⑭発明者 戸澤 祥二 東京都港区北青山1丁目2番3号 新キャタビラー三菱株式会社内
- ⑮発明者 藤井 敏 東京都港区北青山1丁目2番3号 新キャタビラー三菱株式会社内
- ⑯発明者 田中 三郎 東京都港区北青山1丁目2番3号 新キャタビラー三菱株式会社内
- ⑰発明者 鮫島 誠 東京都千代田区丸の内2丁目5番1号 三菱重工業株式会社内